

Henryk Krawczyk, Rafał Mikołajczak

Katedra Architektury Systemów Komputerowych, Politechnika Gdańska

INTERNETOWY SYSTEM OCENY JAKOŚCI OPROGRAMOWANIA

Streszczenie

Przedstawiono nową wersję systemu oceny jakości oprogramowania (QES), zrealizowaną w technologii WWW. QES charakteryzuje się bardziej elastycznym modelem jakości oraz zawiera znacznie większą funkcjonalność niż jego poprzednik (SOJO). Pozostawia użytkownikowi dużą swobodę oceny konkretnego procesu wytwarzania lub produktu wynikającego z tego procesu. Zapewnia możliwość porównania jakości różnych metodologii lub szczegółowych rozwiązań. System jest aktualnie wykorzystany na zajęciach laboratoryjnych dla studentów IV roku kierunku Informatyka.

1. WSTĘP

Podstawą obiektywnych wniosków, co do jakości oprogramowania, są pomiary pewnych parametrów użytkowych (np. wiarygodności, wydajności funkcjonowania) w realnym środowisku, np. przy użyciu metod statystycznych. Niestety współczesne produkty programistyczne są bardzo złożone, co powoduje trudności w wyodrębnieniu wszystkich cech mierzalnych, które odzwierciedlałyby istotne aspekty jakości [1]. Same pomiary mogą okazać się bardzo kosztowne, czasochłonne lub niewykonalne, np.: z powodu trudności stworzenia środowiska pomiarowego przed wdrożeniem [2]. Problem jakości, oprócz mierzalnych aspektów technicznych, zawiera dużą liczbę niemierzalnych obiektywnie czynników psychologicznych. Poza tym, oceny jakości muszą być znane zanim powstanie gotowy, działający produkt, co wyklucza zastosowanie obiektywnych metod pomiarowych. Nie ma również zgody co do tego, w jaki sposób pomierzone parametry danego produktu składają się na syntetyczny wskaźnik jego jakości. Stąd oceny te są często oparte na uproszczeniach oraz dodatkowych założeniach, wykorzystując szereg heurystyk, co stwarza możliwości różnej interpretacji [3].

Jednym z opracowanych konkretnych narzędzi oceny oprogramowania był system SOJO. Model jakości zdefiniowany w SOJO stanowi hierarchiczną reprezentację cech produktu, które decydują o jego jakości [2,4]. Całkowita jakość produktu jest tu zdekomponowana na szereg **atrybutów** jakości, które określają podstawowe kryteria oceny jakości, na przykład: funkcjonalność, użyteczność, wydajność, wiarygodność. Atrybuty

jakości mogą być zdekomponowane na szereg **charakterystyk**, dla których z kolei określa się **Metryki**, wyrażające konkretne procedury oceny jakości. **Miary** stanowią najniższą warstwę modelu jakości i przekładają się bezpośrednio na konkretne metody pomiarowe zastosowane przy badaniu jakości systemu.

Model jakości nazywany jest często drzewem jakości. Określenie „drzewo” może być trochę mylące, ze względu na fakt, iż model jakości nie ma dokładnie struktury drzewa. Powiązania pomiędzy poszczególnymi warstwami w modelu mogą być bardziej złożone. Jedna metryka może być przyporządkowana do wielu miar, jak i jedna charakterystyka posiada zazwyczaj większą ilość metryk przyporządkowanych sobie. Podobne relacje występują pomiędzy atrybutami i charakterystykami. Każdy atrybut, charakterystyka, metryka czy miara posiada własną wagę. Wagi te służą do ostatecznego wyliczenia wartości atrybutu, charakterystyki czy metryki nadrzędnej. Wartość ta wyliczana jest jako suma ważona wartości wszystkich elementów podrzędnych. Wagi poszczególnej grupy elementów podrzędnych muszą sumować się do jedności, a wartości wszystkich elementów zawierają się w przedziale od 0 do 1.

Nowa wersja Systemu Oceny Jakości Oprogramowania – Quality Evaluation System (QES) jest rozbudowana internetową wersją systemu SOJO. Umożliwia kompleksowe tworzenie modeli jakości, dobór procedur pomiarowych, analizę jakości w formie tzw. "dokumentem jakości"[5,6]. Cechy systemu QES są następujące:

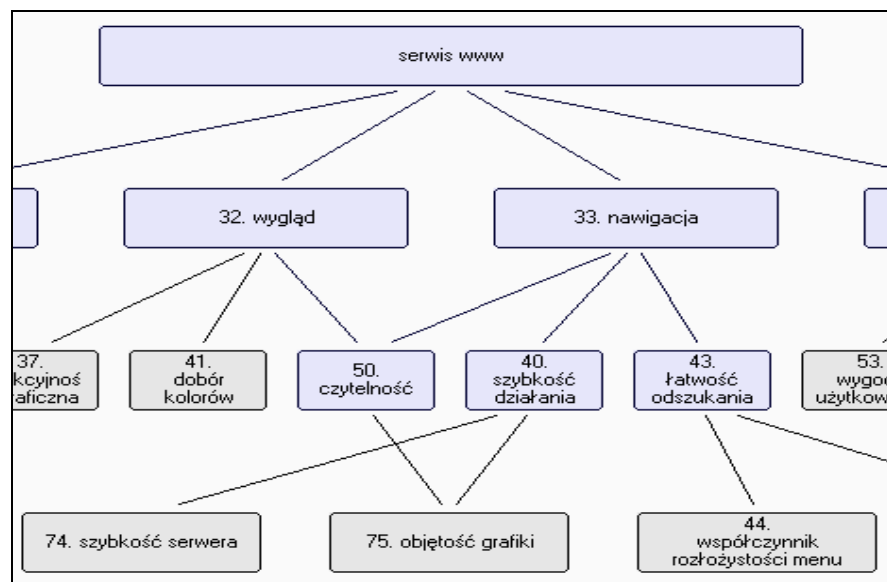
- **Wysoka przenośność** - system QES może zostać zainstalowany na dowolnym serwerze WWW obsługującym zastosowane technologie.
- **Łatwość obsługi** - nową wersję systemu obsługuje się poprzez przeglądarkę internetową. Jak wiadomo, obsługa przeglądarek została zaprojektowana tak, aby nie sprawiać żadnych trudności użytkownikom i umożliwić korzystanie z nich nawet osobom bez wiedzy technicznej. Dodatkowo sam rozkład stron w systemie, nazewnictwo i reprezentacja graficzna zostały dobrane tak, aby ułatwić orientację przyszłym użytkownikom.
- **Zwiększone walory edukacyjne** - aby ułatwić rozpoczęcie pracy nowym użytkownikom, QES sekwencyjnie udostępnia użytkownikowi nowe opcje w miarę jak ten odkrywa nowe możliwości i zagłębia się w metodologię tworzenia modeli jakości, realizacji eksperymentów i tworzenia raportów jakości.
- **Pełniejsza reprezentacja wiedzy zawartej w modelach jakości** - dzięki wykorzystaniu szerokiej gamy możliwości, jakie niosą ze sobą współczesne technologie internetowe, użytkownik uzyskuje szersze możliwości wizualizacji swojej pracy – czy poprzez wygodny graficzny interfejs, czy poprzez graficzne reprezentacje drzew jakości, czy wreszcie poprzez estetycznie sporządzone raporty.
- **Współdzielenie bazy wiedzy** - zcentralizowanie bazy danych QES, tworzy zupełnie nową możliwość dzielenia się doświadczeniem z dziedziny modelowania jakości z innymi użytkownikami systemu. Użytkownicy mogą wykorzystywać zdefiniowane wcześniej atrybuty, tworzyć ale i modyfikować utworzone modele jakości, a nawet korzystać z gotowych modeli wzorcowych.

W niniejszej pracy przedstawiono opis systemu QES, model jakości wykorzystywany w tym systemie, jego architekturę oraz możliwości funkcjonalne. Podkreślono zalety i możliwości wykorzystania zarówno w procesie wytwarzania oprogramowania, jak i przy ocenie gotowych produktów.

2. MODEL OCENY JAKOŚCI

Ocena eksperymentalna systemu SOJO umożliwiła opracowanie wymagań na nowy system oceny jakości. Projekt uzupełniono o dodatkowe funkcje, które z punktu widzenia użytkowników były najbardziej potrzebne. Zwiększono zakres systemu tak, aby mógł służyć nie tylko do oceny jakości oprogramowania, ale też i innych obiektów czy usług (np.: serwisy WWW, dokumenty cyfrowe), a także procesów wytwarzania oprogramowania.

Drzewo jakości odzwierciedla zależności pomiędzy poszczególnymi aspektami jakości badanego obiektu. Wszystkie węzły drzewa jakości nazywane są tu **cechami**. Rodzaj cech zależy od poziomu, na jakim zostały zdefiniowane. Do projektowania drzewa jakości programów komputerowych zaleca się zastosowanie atrybutów jakości zdefiniowanych w modelu ISO serii 9000 (funkcjonalność, niezawodność, użyteczność, wydajność, przenośność i możliwość konserwacji [7,8]) jako cech na pierwszym poziomie drzewa. Cechy poziomu pierwszego można porównać do atrybutów w modelu jakości SOJO, bądź do podstawowych celów w modelu GQM. Cechy drugiego poziomu opisują najważniejsze aspekty jakości wchodzące w skład cechy nadrzędnej, które dokładniej opisują cechę poziomu pierwszego. Na przykład dla oceny jakości komunikatora internetowego możemy wyróżnić cechę przenośności, konfigurowalności, czy modyfikowalności i następnie ją dalej uszczegóławiać, aż do podania metryk, które dają się ocenić jednoznacznie.



Rys.1. Powiązania w drzewie jakości (zdjęcie z systemu QES)

Metrykami w systemie QES nazywamy liście w „drzewie jakości”, które odpowiadają konkretnym procedurom pomiarowym użytkownika, bądź konkretnym wynikom pomiarów. Przykładem metryki może być na przykład liczba odsetek reklamacji danego produktu w zadanym okresie czasu lub % czasu życia aplikacji przeznaczonego na

dokonanie zmian, usuwanie zauważonych defektów. Na rys. 1 przedstawiono fragment drzewa dla oceny jakości serwisu WWW. Metryki mogą mieć bardzo różną postać, a pomiary potrzebne do ich zmierzenia bardzo różny przebieg. Wyniki pomiarów mogą mieć różną postać i zaliczać się do wielu skal pomiarowych. Inicjalnie system QES udostępnia użytkownikom 4 rodzaje metryk do wyboru, przy definiowaniu własnych metryk. Są to metryki:

- szkolna - służy do oceny szacunkowej jakości danego elementu. Jej wartości zawierają się w przedziale od 1 do 6 (stąd nazwa). Można nią wyrażać wszystkie pomiary, których wyniki podawane są za pomocą zestawu określeń: mierny, dobry, bardzo dobry, itd.
- procentowa - przyjmuje wartości od 0 do 100. Można nią wyrazić procentowy stopień spełnienia danego warunku z dość dużą dokładnością. Biorąc pod uwagę szacunkowy charakter pomiarów jakości, dokładność taka wydaje się w zupełności wystarczająca.
- szkolna odwrócona - metryka analogiczna do szkolnej, z tym że wartości większe oznaczają niższą jakość danego elementu.
- procentowa odwrócona - metryka analogiczna do procentowej, z tym że wartości większe oznaczają niższą jakość danego elementu.

Chcąc dać możliwość swobodnego tworzenia nowych metryk i wygodnego dodawania ich do systemu, opracowano specjalny interfejs pozwalający definiować własne metryki.

W celu ułatwienia definiowania modeli jakości, system QES wyposażono w **kreator modeli**. Pozwala on na szybkie utworzenie modelu jakości. Umożliwia stworzenie nowego (pustego) modelu i podanie jego opisu. Prawdziwie znaczącą możliwością kreatora jest wykorzystywanie istniejących modeli do wygenerowania nowego modelu. Użytkownik w trakcie tworzenia może wybrać jeden z istniejących już modeli jako "model bazowy - wzorzec", na podstawie którego nowy model zostanie utworzony. **Modele bazowe** podawane przez kreatora to modele zdefiniowane w bazie danych QES. Mogą to być modele zdefiniowane wcześniej przez danego użytkownika, lub dowolne inne modele zdefiniowane przez innych użytkowników, które zostały zadeklarowane z zaznaczeniem współdzielenia. Kreator modelu umożliwia też ustawienie **opcji współdzielenia** dla tworzonego modelu. Nie zaleca się współdzielenia modeli, będących w trakcie edycji, gdyż może to powodować propagowanie błędnych rozwiązań. Z tego powodu istnieje możliwość zmiany opcji współdzielenia w dowolnym momencie istnienia projektu. Ustawienie współdzielenia w momencie ukończenia prac nad modelowaniem pozwala od tego momentu korzystać z danego modelu innym użytkownikom. Przydatność takiej funkcji w istocie jest ogromna, a jej największe zalety to:

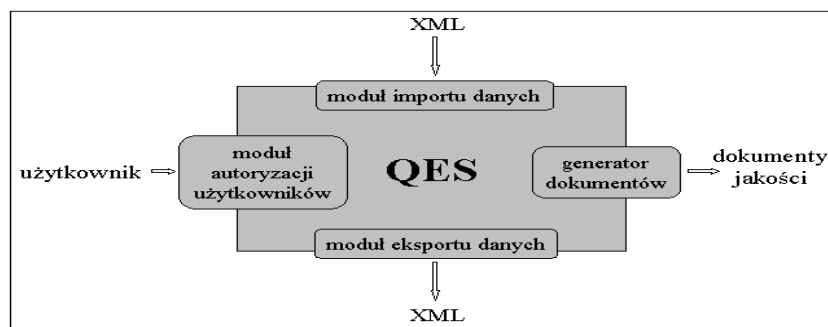
- pozwala zaoszczędzić wiele czasu przy tworzeniu nowych modeli,
- ułatwia pracę początkującym użytkownikom,
- wspomaga propagowanie wiedzy o modelowaniu jakości wśród użytkowników.

Po zakończeniu definiowania drzewa jakości, następnym krokiem przy sporządzaniu dokumentu jakości są eksperymenty i pomiary. Ta część zadania może przybierać najróżniejsze formy w zależności od rozpatrywanego projektu. Pomiary jakości mogą wykorzystywać różne narzędzia i zwracać wyniki w najróżniejszych formach. Dopuszczalne są pomiary laboratoryjne, pomiary czasu wykonania danego zadania i badania ankietowe (odpowiedź na pytania związane z oceną danego aspektu systemu w skali "dobrze-średnio-źle"). System QES nie wnika w najmniejszym stopniu w procesy pomiarowe zastosowane przez użytkownika systemu. Ułatwia jednak zaplanowanie serii pomiarów koniecznych do wykonania. Po wybraniu przycisku "Edycja wag i pomiarów" system sporządza listę wszystkich cech i metryk użytych w bieżącym modelu jakości.

Każdy z elementów drzewa jakości stworzonego przez użytkownika posiada własną wagę. **Wagi** mogą przyjmować wartości od 0 do 10. Każdy element drzewa jakości posiada jedną wagę, która używana jest za każdym razem, kiedy dana cecha podporządkowana jest cesze nadrzędnej. W systemie SOJO wagę danego elementu drzewa jakości definiowana dla każdego elementu nadrzędnego z osobna. Wagi wszystkich elementów podrzędnych danego elementu musiały sumować się do jedności. W systemie QES wagę każdej cechy podaje się wyłącznie raz, waga ta ma zasięg globalny w zakresie całego modelu jakości. Jest to podejście bardziej intuicyjne, gdyż pozwala użytkownikowi określić wagę danej cechy systemu, bez konieczności oglądania się na szeregi cech nadrzędnych. **Pozwala to skupić się na wadze tej jednej, konkretnej cechy na tle obrazu jakości całego systemu.** Jest to również całkiem wygodne, gdyż wystarczy odpowiedzieć na polecenie: "ocień w skali od 0 do 10 ważność tej cechy systemu". W ostatecznej ocenie systemu, cały ciężar kalkulacji związany z przyporządkowaniami cech do cech nadrzędnych zostaje zdjęty z użytkownika i przeniesiony na barki systemu. W procesie wyliczania wartości cech systemu wagi wszystkich podległych danej cesze cech zostają automatycznie zsumowane i wyliczone zostają ich wartości znormalizowane. Następnie wartości odpowiednich pomiarów również zostają znormalizowane i system wylicza ostatecznie jakość wszystkich elementów drzewa jakości. Wszystkie te operacje przebiegają całkowicie automatycznie i użytkownik nie musi się nimi przejmować.

3. ARCHITEKTURA PAKIETU

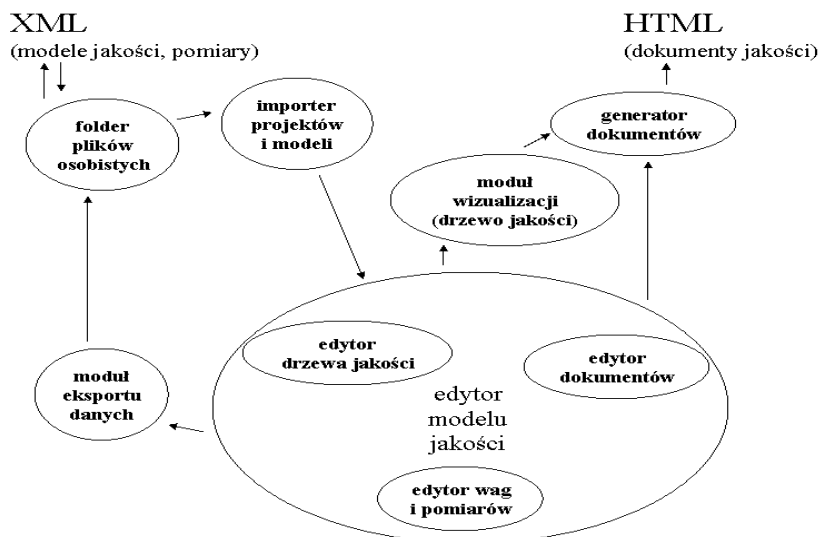
Największym niedociągnięciem pierwowzoru systemu QES był mało przyjazny interfejs. Przyjęto, że proponowany system obsługuje 2 wejścia danych: potrafi interpretować dane wejściowe zapisane w plikach XML, a także umożliwia użytkownikom na bezpośrednie wprowadzanie danych i ich edycję (rys. 2). Wynikiem działania systemu są raporty nazywane dokumentami jakości.



Rys.2. Wejścia i wyjścia systemu QES

Sam system QES posiada wewnątrz budowę modułową (rys. 3). Większość istotnych funkcji realizowana jest przez stosunkowo autonomiczne moduły, połączone systemem autoryzacji dostępu i modulem interfejsu (który kontroluje formę dialogu z użytkownikiem). Jak wynika z tego rysunku, centralną część systemu stanowi edytor modułu jakości. Posiada on trzy podstawowe moduły: edytor drzewa jakości, edytor wag i pomiarów, oraz edytor dokumentu. Pozostałe moduły odpowiadają za zarządzanie danymi:

przechowywanie (folder plików), prezentację (drzewo jakości, generator dokumentów) i transfer danych (import i eksport).



Rys.3. Schemat ogólny modułów systemu QES

Pracę z QES rozpoczynamy od stworzenia projektu. **Projekt** zawiera w sobie wszystkie dane dotyczące pomiarów jakości dla konkretnego przedsięwzięcia, którego realizacji podejmuje się dana grupa ludzi. Użytkownikiem QES najczęściej będzie kierownik do spraw zarządzania jakością w danym projekcie lub po prostu osoba z grupy, odpowiedzialna za jakość końcowego produktu. Tak więc projekt stworzony przez użytkownika w systemie QES jest odwzorowaniem rzeczywistego projektu nad jakim pracuje ten użytkownik i ewentualnie jego współpracownicy. Sam projekt można też rozpatrywać jako swoisty obiekt kontenerowy, zawierający w sobie zbiór modeli jakości, wykorzystywanych dla oceny jednego cyklu życia oprogramowania.

Praca w systemie QES przebiega etapowo, gdzie kolejne etapy mogą odpowiadać kolejnym fazom cyklu życia oprogramowania. Są one jednakowe dla każdej fazy:

1. wprowadzenie danych początkowych i inicjalizacja oceny,
2. definicja modelu jakości,
3. edycja drzewa jakości,
4. wprowadzenie wag i wartości pomiarów,
5. realizacja pomiarów i zebranie wyników,
6. wygenerowanie dokumentu jakości,
7. powrót do dowolnego z punktów poprzednich.

Ocena jakości na ogół dotyczy każdej fazy wytwarzania, a po ich zakończeniu następuje automatyczna kompleksowa ocena produktu. Wymagane postępowanie nie zależy od przyjętego modelu wytwarzania oprogramowania (kaskadowy, spiralny, kooperacyjny) i jest łatwe przejście z jednej fazy do innej, jak też dokonywanie różnego typu modyfikacji w dowolnej fazie. Aby dostosować system QES do własnych preferencji, użytkownicy mogą więc posłużyć się **ustawieniami spersonalizowanymi**. W ramach tych ustawień mogą zmieniać wielkość ikon użytych w systemie oraz zachowanie się podsystemu pomocy,

poprzez modyfikowanie ilości informacji podawanych przez podsystem, oraz sposobu ich udostępniania.

W systemie QES, zarówno modele jak i całe projekty można eksportować do plików XML. Ta opcja jest przydatna zarówno do przenoszenia danych z miejsca na miejsce, jak i do sporządzania ich kopii zapasowych. Procedura eksportu jest całkowicie zautomatyzowana. System automatycznie tworzy nazwę pliku XML poprzez złożenie nazwy eksportowanego modelu bądź projektu z aktualną datą. W ten sposób również pomaga zapobiec kłopotliwej sytuacji, w której użytkownik przez roztargnienie utworzy kilka kopii zapasowych jednego dnia i nie ma pewności, która jest aktualna. W systemie QES istnieć będzie tylko 1 kopia zapasowa na każdy dzień i zawsze, będzie to najaktualniejsza z wersji wyeksportowanych tego dnia. Po zakończeniu procedury eksportowania danych, użytkownikowi udostępniony jest link do utworzonego pliku XML, za pomocą którego użytkownik może ten plik obejrzeć bądź skopiować na komputer z którego łączy się z systemem. Niezależnie od akcji użytkownika, wyeksportowany plik zostanie zachowany w jego osobistym folderze plików na serwerze QES.

Każdy użytkownik systemu QES posiada własny **folder plików na serwerze**. Znajdują się tam wszystkie pliki z danymi wyeksportowanymi przez użytkownika. Użytkownik posiada też możliwość ładowania dodatkowych plików z zewnątrz i umieszczania ich w folderze osobistym. Użytkownik ma też możliwość usuwania plików przechowywanych w jego folderze. Funkcja taka pozwala na:

- zwiększenie wygody pracy z systemem,
- zapewnienie bezpieczeństwa operacji importowania,
- umożliwienie sporządzanie kopii zapasowych danych zawartych w systemie.

Istotnym komponentem systemu QES jest baza danych. Opracowując **projekt bazy danych**, podstawowymi celami do osiągnięcia były:

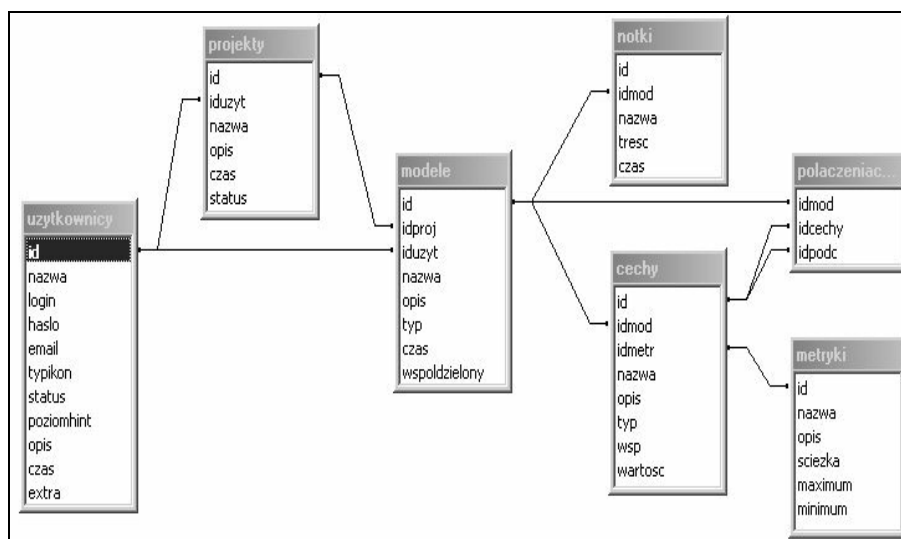
- zwiększenie szybkości działania systemu,
- zwiększenie elastyczności systemu,
- uproszczenie systemu.

Wydawać by się mogło, iż osiągnięcie wszystkich tych celów będzie niezwykle trudne, zwłaszcza, że często tego typu cechy systemów kolidują ze sobą nawzajem. **Kluczem do rozwiązania tego problemu okazało się proste skojarzenie struktury drzewa jakości z tworem abstrakcyjnym - grafem**. Jak wiadomo grafy zapisujemy w postaci dwóch zbiorów: zbioru wierzchołków i zbioru połączeń między nimi. Naturalną więc rzeczą jest zapisywanie drzewa jakości w dokładnie ten sam sposób. W nowej bazie danych, zdefiniowano tylko dwie tabele, w których przechowywane są modele jakości:

- tabela „cechy”, zawierająca w sobie wszystkie cechy systemu (atrybuty, charakterystyki, itd.),
- tabela „połączeniacech” zawierająca połączenia między cechami.

Takie rozwiązanie posiada szereg niezaprzeczalnych zalet, o bardzo dużym znaczeniu dla całego projektu (patrz rys. 4). Oto najważniejsze z nich:

- struktura bazy danych zostaje niezwykle uproszczona,
- cała koncepcja drzewa jakości wewnątrz systemu staje się niezwykle czytelna i spójna,
- implementacja systemu zostaje niezwykle uproszczona,
- dzięki uproszczeniu implementacji zmniejsza się możliwa awaryjność systemu,
- samo drzewo jakości staje się niezwykle elastyczną strukturą.



Rys.4. Nowa struktura bazy danych QES

Co więcej, **liczba poziomów abstrakcji w drzewie jakości może zostać dowolnie zmieniana**. Tym samym, **można zmieniać stopień dokładności analizy jakości**, przeprowadzanej za pomocą tego systemu. To oznacza, że cechy ważniejsze można rozwijać na większą liczbę poziomów w celu dokładnej analizy, a cechy mniej istotne można ograniczyć do mniejszej liczby, zaoszczędzając czas użytkownika, który prawdopodobnie i tak nie przyłożyłby się do poprawnego zamodelowania mało istotnych cech badanego systemu.

4. MOŻLIWOŚCI FUNKCJONALNE SYSTEMU

Zgodnie z założeniami system powinien pracować w środowisku WWW. Pierwszym poważniejszym problemem, było **zaprojektowanie interfejsu**, który powinien być dość prosty w implementacji, czytelny, łatwy do zmodyfikowania w miarę potrzeb, tak aby przygotowanie oceny złożonego systemu było możliwe w ustalonym terminie. Jednocześnie musi być on niezbyt obciążający serwer, zużywający możliwie niewielką ilość zasobów i nie wymagający nadmiernej ilości rozszerzeń (plugin'ów itp.) przeglądarki, zainstalowanych po stronie klienta.

Dobrym źródłem informacji potrzebnych do sporządzenia projektu nowego systemu był jego pierwowzór – System SOJO. Dokładne przeanalizowanie jego zachowania się podczas realizacji oceny danego projektu pozwoliło na określenie wielu słabych punktów, zarówno w interfejsie jak i w funkcjonalności. Wiele z tych problemów znalazło swe odzwierciedlenie wśród zaleceń ergonomicznych znalezionych w serwisach WWW.

Konieczność komunikowania się użytkowników systemu QES z serwerem umieszczonym na odległej maszynie uczyniła QES **systemem rozproszonym**. Co za tym idzie, zupełnie nowym aspektem projektu, jaki wniósł wybór nowego środowiska dla QES, okazały się ograniczenia czasowe i weryfikacji poprawności komunikacji. Z tego względu pojawił się szereg nowych problemów, które należało rozwiązać, takich jak:

- konieczność autoryzacji dostępu,
- zapewnienie bezpieczeństwa transmisji,
- synchronizacja danych,
- współpraca wielu użytkowników i współdzielenie bazy wiedzy,
- zapewnienie parametrów wydajnościowych dla systemu, które umożliwiłyby równoczesną pracę wielu osób.

Przyjęty model jakości, jego wewnętrzna organizacja jak i architektura systemu QES zapewnia następujące zalety:

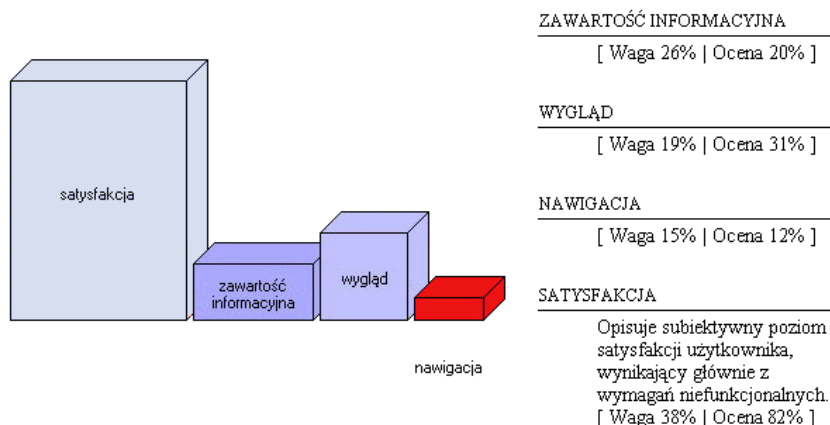
- **proces sprawdzania spójności bazy danych jest uproszczony i przyspieszony**
Do sprawdzenia spójności danych wystarczy czytać wszystkie elementy tablicy „cechy” zawierające w kluczu identyfikator modelu badanego, a następnie wszystkie elementy tablicy „połączeniacech” również zawierające ten identyfikator. Tym samym cały model zostaje odczytany za pomocą jedynie dwóch zapytań, które notabene mogą być bardzo szybko i bez większego wysiłku zrealizowane przez bazę danych. Wykorzystano prostą rekurencyjną funkcję sprawdzającą połączenia pomiędzy cechami. Funkcja ta odznacza się dużą niezawodnością i elastycznością w stosunku do najróżniejszych możliwych form drzewa jakości (liczby połączeń między cechami, liczby warstw w drzewie jakości, itd.)
- **proces eksportowania modeli jakości jest również uproszczony i przyspieszony**
Tak jak w powyższym przypadku wystarczają 2 proste zapytania do bazy danych i cały model jakości zostaje odczytany. Również zapisanie tych danych w pliku XML okazuje się niezwykle proste, podobnie jak późniejsza interpretacja tego pliku w procesie importowania danych.
- **wszelkie operacje na modelu jakości stają się proste**
Przykładowo: dodanie połączenia między cechami zdefiniowanymi w modelu jakości oznacza jeden wpis do bazy danych, usunięcie cechy z modelu prowadzi do usunięcia jednego wpisu z tabeli cech i zastosowanie prostej rekurencyjnej metody wykrywającej i usuwającej „osierocone” elementy drzewa jakości.
- **kod systemu staje się czytelny i modyfikowalny**, co wynika z prostej architektury systemu.
- **usuwanie usterek w systemie jest zarówno proste, jak i rzadziej konieczne**, co potwierdziły badania eksperymentalne.

Przedstawienie drzewa jakości w sposób czytelny wymagało stworzenia specjalnego algorytmu do rysowania grafów. W związku z powyższym zdecydowano się zastosować algorytm, który dąży do zminimalizowania liczby przecięć linii obrazujących powiązania między cechami. Efekt takiego rozwiązania przedstawia rysunek 1. Algorytm dobiera takie ułożenie grafu, które pozwala na bardzo szybką i przejrzystą interpretację drzewa. Dodatkowo aplet generujący schemat drzewa wzbogacono o możliwość podświetlania wybranych elementów - wyświetlania dokładnego opisu danego elementu w ruchomym okienku. Stało się to niezbędne przy dużych, bogatych w detale drzewach, gdzie wyświetlenie całego drzewa wykraczało poza możliwości percepcyjne człowieka.

Do graficznej ilustracji wyników oceny, system posługuje się appletem wykres, w którym zakłada się, że szerokość słupków odpowiada wadze cech, a ich wysokość – wartościom tych cech. Estetyczny wygląd i duża czytelność to niezaprzeczalne zalety tej reprezentacji graficznej (patrz rys. 5).

Ocena systemu

Ogólna ocena systemu: **44%**



Rys.5. Ilustracja wartości atrybutów jakości

Celem działania systemu jest stworzenie dokumentu jakości. W trakcie projektowania systemu zdecydowano się ograniczyć (przynajmniej w zakresie tej pracy) ilość danych, jakie powinny zostać w wygenerowanym dokumencie umieszczone. Z tego powodu dokumenty generowane przez system QES powinny być raczej określane mianem „raportów jakości”. Zawartość raportów jakości generowanych przez system QES określono następująco:

- opis projektu,
- opis modelu,
- spis treści,
- wstęp (opcjonalnie, w przypadku podania takowego przez użytkownika),
- ogólna ocena całego badanego obiektu,
- zestawienie pięciu najmocniejszych cech jakościowych badanego obiektu,
- zestawienie pięciu najsłabszych stron badanego obiektu,
- szczegółowy opis wszystkich cech badanego obiektu, zawierający ich wartości i wagi, oraz cechy podrzędne.

W raporcie jakości znajdują się wszystkie dane odnośnie danego modelu jakości (zawierającego drzewo jakości, przyporządkowania wag i wartości pomiarów z danej fazy prac nad projektem). Chcąc móc generować raporty jakości z różnych faz projektu wystarczy dla każdej kolejnej fazy stworzyć nowy model (kopię na bazie fazy poprzedniej). Istotne staje się wówczas stosowanie odpowiedniego nazewnictwa modeli (odzwierciedlającego również fazę projektu, któremu dany model odpowiada). W większości przypadków modele jakości pomiędzy kolejnymi fazami różnić się będą jedynie wagami i wartościami pomiarów, jednakże możliwe są również korekty samego drzewa jakości w trakcie trwania projektu. Drzewo ulega wtedy modyfikacjom, a system QES – działając w sposób opisany powyżej – umożliwia wprowadzanie wszelkich możliwych poprawek.

W celu zwiększenia wartości merytorycznej generowanych przez QES raportów jakości zdecydowano się ją rozszerzyć o wykaz najlepszych i najslabszych stron ocenianego oprogramowania. Oznacza to wsparcie marketingowej **analizy SWOT**. W celu sporządzenia zestawień najlepszych cech systemu (mocne strony) wykorzystano następujący algorytm działania:

1. wszystkie metryki zawarte w systemie poddaje się normalizacji do skali 0-100,
2. wszystkie wagi elementów drzewa poddaje się normalizacji w zakresie każdego węzła, tak, aby ich suma w każdym węźle wynosiła 100,
3. dla każdego węzła oblicza się iloczyn wartości cech i ich wag znormalizowanych,
4. dla każdej cechy oblicza się globalny współczynnik wagowy, będący sumą powyższych iloczynów po wszystkich węzłach, do których dana cecha należy,
5. cechy sortuje się wg globalnych współczynników wagowych,
6. wybiera się pięć najważniejszych cech.

Dla zestawienia najslabszych, a zarazem istotnych, stron badanego obiektu (zagrożenia) stosuje się ten sam algorytm, z jedyną różnicą w punkcie 3, gdzie oblicza się iloczyny odwrotnych wartości znormalizowanych cech i ich wag znormalizowanych (przez odwrotną wartość znormalizowaną rozumie się: $100 - \text{wartość znormalizowana}$).

5. ZAKOŃCZENIE

System QES stanowi elastyczne narzędzie do modelowania i oceniania jakości. Ze względu na swoją przenośność i zgodność z wieloma innymi technikami oceny jakości może on mieć szerokie zastosowanie praktyczne.

Pierwszym zastosowaniem systemu jest dydaktyka. QES ze względu na łatwość obsługi jest dobrym narzędziem dla studentów, umożliwiającym pracę nad modelami jakości nawet dla osób „początkujących”. Intuicyjny interfejs i system pomocy pozwalają stosunkowo szybko nauczyć się korzystania z systemu. Nauka korzystania z systemu wiąże się też z nauką zasad budowy modelu jakości i wykorzystania technik pomiarowych. Pozytywne doświadczenia dają dobre rozpoznanie w metodologii oprogramowania.

Innym obszarem zastosowań dla systemu są zastosowania komercyjne. System nadaje się do wdrożeń w firmach produkujących oprogramowanie. Współdzielenie informacji o ocenie jakości musi zostać ograniczone z uwagi na wysoką konkurencję firm. Można wdrożyć osobną instancję systemu tylko na potrzeb konkretnej firmy – wówczas współdzielone będą jedynie dane pomiędzy projektami w danej firmie. Pozwala to gromadzić wiedzę i doświadczenie pracowników tej firmy odnośnie wszystkich prowadzonych przez nią projektów. Tym samym powstanie repozytorium informacji o jakości realizowanych projektów, które mogą być analizowane metodami zgłębiania danych.

BIBLIOGRAFIA

- [1]Whittaker J.A., Voas J.M.: *50 Years of Software: Key Principles for Quality*. IEEE Computer Society, Nov/Dec. IT PRO 2002
- [2],„Inżynieria oprogramowania w projekcie informatycznym” pod redakcją Janusza Górskiego, Wydawnictwo MIKOM, 1999
- [3]Krawczyk H., Wiszniewski B.: *Quality of distributed applications. W: Distributed and parallel systems*. The Kluwer International Series in Engineering and Computer Science. Kluwer Acad. Publ. 2000

- [4]Krawczyk H., Wiszniewski B.: *Visual GQM approach to quality-driven development of electronic documents.W: Proceedings of the Second International Workshop on Web Document Analysis. Web Document Analysis II*. Edinburgh, UK, 3 August 2003. Ed. A. Antona- Copoulos, J. Hu. Liverpool: PRImA Group 2003.
- [5]Dahlgaard J. J., Kristensen K., Kanji G. K., „Podstawy zarządzania jakością“, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2000
- [6]Egyed A., Grunbacher P., „*Identifying Requirements Conflicts and Cooperation: How Quality Attributes and Automated Traceability Can Help*”, IEEE CS Press 2004
- [7]Jung H.W., Kim S.G., Chung C.S.: *Measuring Software Product Quality: a Survey of ISO/IEC 9126. IEEE Software*, Sept/Oct. 2004
- [8]PN-EN 28402L 1991 ISO Standard 8402, „*Jakość – terminologia (Quality – Vocabulary)*”, Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości, Warszawa 1993
- [9]Egyed A., Grunbacher P., „*Identifying Requirements Conflicts and Cooperation: How Quality Attributes and Automated Traceability Can Help*”, IEEE CS Press 2004

WEB BASED QUALITY EVALUATION SYSTEM

Summary

A short presentation of the new version of software quality evaluation system, which uses more flexible quality model, extended functionality and is implemented in WWW technology. System users can easily create adequate measurement procedures and concentrate on quality evolution of both developing processes and products resulting from that processes. It helps to compare quality of different methodologies or detailed solutions. It is currently used at laboratory classes for Computer Science course students (8th semester).